ここに示した注意事項は、製品を安全に正しくお使いいただき、あなたや他の人々への危害や損害を未然に防止するためのものです。これらの事項は、危害や損害の大きさと切迫の程度を示すために、「危険」「警告」「注意」の三つに区分されています。いずれも安全に関する重要な内容ですから、ISO4414※1)、JIS B 8370※2) およびその他の安全規則に加えて、必ず守ってください。

⚠ 危険： 切迫した危険の状態で、回避しないと死亡もしくは重傷を負う可能性が想定されるもの。

⚠ 警告： 取扱を誤ったときに、人が死亡もしくは重傷を負う可能性が想定されるもの。

⚠ 注意： 取扱を誤ったときに、人が損害を負う危険性が想定されるとき、および物的損害のみの発生が想定されるもの。

※1）ISO4414：Pneumatic Fluid power – Recommendation of equipment to transmission control systems.
※2）JIS B 8370：空気圧システム通則

⚠ 警告

●空気圧機器の適合性の決定は、空気圧システムの設計者または仕様を決定する人が判断してください。

●充分な知識と経験を持った人が取扱ってください。
圧縮空気は取扱いを誤ると危険です。空気圧機器を使用した機械・装置の組立や操作、メンテナンスなどは、充分な知識と経験を持った人が行ってください。

●安全を確認するまでは、機械・装置の取扱い、機器の取外しを絶対に行わないでください。
1） 機械・装置の点検や整備は、被駆動物体の落下防止や暴走防止などがなされていることを確認してから行ってください。
2） 機器を取外す時は、上述の安全措置が採られていることを確認し、システム内の圧縮空気を排気してから行ってください。
3） 機械・装置の再起動を行う場合は、飛び出し防止の処置を確認してから行ってください。

●仕様に適合した環境でご使用ください。
原子力・鉄道・航空・車輌・医療機器・飲料や食料に触れる機器・娯楽機器・緊急遮断装置・プレス安全装置・ブレーキ回路・安全機器など人や財産に大きな影響が予想され、特に安全が要求される用途や屋外で使用される場合は当社にご連絡くださるようにお願い致します。

小形真空機器に関する注意事項

設計に関する注意事項

⚠ 警告

●停電や動力源の故障の可能性を考慮した安全対策を施してください。
●非常停止やシステムの異常時に、小形真空機器の動きで人体および機器・装置の損傷が起こらないような設計をしてください。
●エジェクタユニットと吸着パッドは、1対1で対応させてください。1つのエジェクタユニットに複数のパッドをつけると、1ヶのパッドでの吸着不良により、他のパッドも吸着しなくなります。

選定に関する注意事項

⚠ 警告

●本カタログに記載の製品は、工業用圧縮空気システムにおいてのみ使用されるように設計されています。

⚠ 注意

●適切な吸入流量のエジェクタユニットを選定してください。エジェクタユニットの吸入量が少ないと、吸着不良をおこします。

空気圧源に関する注意事項

⚠ 注意

●清浄な圧縮空気を使用してください。化学薬品や腐食性のガスを含む場合は、破損や作動不良の原因となります。
●圧縮空気内の異物を除去するため、エアフィルタを取付けてください。
●圧縮空気内のドレンを除去するため、アフタクーラ・エアドライヤ・エアフィルタ等を設置してください。
●ルブリケータ（給油器）は使用しないでください。ノズル及びディフューザに油が付着し、真空圧低下の原因となります。
●エジェクタユニットを複数個同時使用する場合は、空気消費量を十分検討してください。

使用環境に関する注意事項

⚠ 警告

●腐食性のある雰囲気では使用しないでください。小形真空機器の材質については本文を参照してください。
●振動または衝撃のおこる場所では使用しないでください。
振動 4G 以上、衝撃 15G 以上

配管に関する注意事項

⚠ 注意

●スパイラル状のホースは使用しないでください。特に真空側に使用する場合、配管抵抗により以下の様な不具合が発生します。
a. 真空到達時間の遅れ。
b. 流量低下による吸着端の真空度低下。
c. 圧力センサの不安定動作。
●配管前に管を洗浄してください。
●シールテープやシール材が管内に入らないよう注意してください。
●配管ねじの切粉やごみが管内に入らないよう注意してください。
●真空側配管は、圧損が少なくなるように、配管径が大きく、配管長さが短くなるように選定してください。
●真空側ポートへの継手の取付けは、必ず真空側ポートアダプタを、スパナ等で固定してから、継手を締付けてください。真空側ポートアダプタ以外を固定すると、変形および故障の原因となります。
（締付トルク 7～9N・m）
●マニホールド連数6連以上で使用する場合は、マニホールドの両側から供給および排気を行ってください。

電磁弁に関する注意事項

⚠ 注意

●電磁弁には定格電圧±10%以内の電圧を供給してください。
●水滴等が直接電磁弁にかかると漏電・コイル焼けの原因となります。カバーやパネル内に設置するなどで保護してください。
●電磁弁搭載形エジェクタユニットを制御盤内に取付けたり、長時間通電する場合には、高温状態となりますので風通などの放熱を考慮してください。
●プログラマブルコントローラ等で電磁弁を作動させるには、プログラマブルコントローラの出力の漏洩電流が下記仕様に入っていることをご確認ください。誤動作につながります。
AC200V 1.5mA 以下
AC100V 3mA 以下
DC24V 1.8mA 以下
●AC100V、AC200V 仕様の電磁弁は、AC110V、AC220V（60Hz）で使用できます。
DC24V：（赤・黒） AC100V：（青） AC200V：（赤）

運転・調整に関する注意事項

⚠ 注意

●装置の立上げは供給圧力を低圧から徐々に上げて、装置が滑らかに作動することを確認してください。

保守点検に関する注意事項

⚠ 警告

●機器の取外しや分解を行う場合は、落下の防止や暴走防止装置等を行い、システム内の圧縮空気を排気して、安全を確認してから行ってください。

⚠ 注意

●空気圧システムのドレン抜きは定期的に行ってください。
●定期的に小形真空機器の点検を行い、異常が見られる場合は、対策が行われるまで使用しないでください。
●エジェクタユニットは精密部品で構成されています。必要時以外の分解はお避けください。分解が必要となった場合は、付属の取扱説明書をよくご覧になった上で分解・組立てを正確に行ってください。エア漏れや動作不良の原因となり、性能が保証されません。
●エジェクタユニットのサイレンサ及び真空用フィルタは、オイルミスト、ゴミ等により目づまりし、真空性能低下の原因となりますので、日常的な点検清掃、定期的なサイレンサ・エレメントの交換を行ってください。

圧力センサに関する注意事項

設計に関する注意事項

⚠ 警告

●停電や動力源の故障の可能性を考慮した安全対策を施してください。

使用環境に関する注意事項

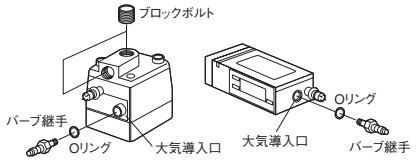
⚠ 警告

●腐食性のある雰囲気では使用しないでください。
●振動または衝撃のおこる場所では使用しないでください。

配管に関する注意事項

⚠ 注意

●配管前に管を洗浄してください。
●シールテープやシール材が管内に入らないよう注意してください。
●配管ねじの切粉やごみが管内に入らないよう注意してください。
●配管に傷、曲げによるつぶれがないようにしてください。
●圧力導入口にドライバや針金等を差し込まないでください。ダイアフラムが破損すると正常に作動しなくなります。
●本体取付け時に、圧力ポートに空気圧継手、ニップルを取付けるときは、本体の樹脂部に大きい力が加わらないようにしてください。金属アダプタ以外には絶対にスパナ等はかけない様にしてください。
● IP65 は、付属のバーブ継手と O リングで大気圧導入口に接続し、外径４内径２チューブで水や油の影響を受けない正常な環境下に出してください。



配線に関する注意事項

⚠ 警告

●必ず負荷を接続してから電源を投入してください。負荷を接続せずにスイッチを作動させると過電流が流れ、スイッチが瞬時に破損します。
●配線の絶縁性を確認してください。短絡があると過電流によりスイッチが破損する場合があります。
●動力源や高圧線と同一配線の使用は避けてください。ノイズにより誤動作する可能性があります。

⚠ 注意

●リード線に繰り返しの曲げや引張り力が加わらないようにしてください。断線の原因になります。
●出力線には直接電源を接続しないでください。必ず負荷を介して接続してください。 回路が短絡し、スイッチが焼損します。
●使用スイッチ、電源及び負荷の電圧、電流仕様をよく確かめてください。 電圧、電流仕様を間違えますと、スイッチの動作不良や破損が起こることがあります。
●リード線の色分けに従って正しく接続してください。接続するときは、必ず接続側電気回路の装置電源を切って作業を行ってください。誤配信、負荷の短絡は、スイッチ、負荷側電気回路の破損を招きます。たとえ瞬間的な短絡であっても、出力回路の焼損につながります。また、通電しながらの作業は、スイッチ、負荷側電気回路の破損を招きます。
●アナログ出力を有するタイプでアナログ出力を使用しない場合はアナログ出力線を切断し、絶縁テープを巻くなどして、他の端子等に接触しない様にしてください。

電磁弁に関する注意事項

⚠ 警告

●機器の取外しや分解を行う場合は、落下の防止や暴走防止処置などを行い、システム内の圧縮空気を排気して、安全を確認してから行ってください。

⚠ 注意

●空気圧システムのドレン抜きは定期的に行ってください。
●定期的に圧力センサの点検を行い、異常が見られる場合は、対策が行われるまで使用しないでください。

圧力センサに関する注意事項

調整に関する注意事項

⚠ 注意

●圧力表示機能の無い圧力センサは、設定値を調整する場合に、圧力ゲージの様な圧力を表示するものが無ければ調整できません。もし、お手元に圧力ゲージ等が無い場合は、調整しないでください。

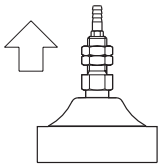
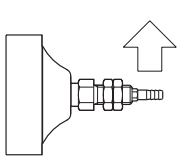
調整方法

①ワークの吸着に必要な真空度を計算で求めます。

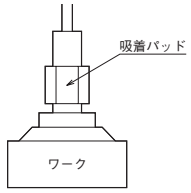
計算式

$$-P=\frac{W\times f}{C\times 0.1}$$

P ：必要な真空度(kPa)
W：ワーク重量(N)
C ：吸着面積(cm^2)
f ：安全率
（水平吊 =4 以上
垂直吊 =8 以上）

水平吊	垂直吊
	

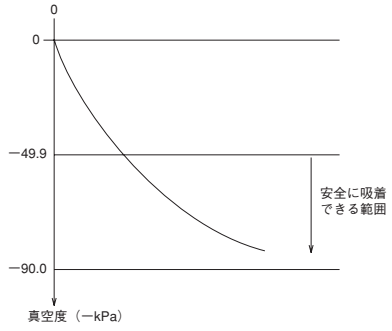
例
ワーク重量 =98N
吸着パッド　1 個
パッド径 = φ100(mm)
水平吊



$$-P=\frac{W\times f}{C\times 0.1}=\frac{98\times 4}{5^2\times \pi\times 0.1}=49.9\,(kPa)$$

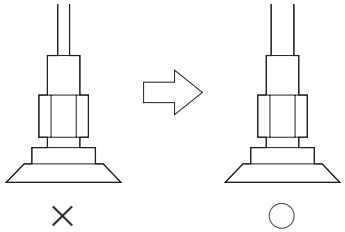
− 49.9kPa 以上の真空度が必要になります。

②真空度の設定を行います。
表示機能付き圧力センサの場合、求めた圧力センサがONする点の圧力を確認しながら設定します。
使用されるエジェクタに合わせ、−49.9kPa以上で設定します。
真空度の表示機能の無い圧力センサの場合は、現場で実際に調整するか、事前に吸着させて設定する様になります。この場合、いずれにしても真空ゲージ等が必要です。



③現場での調整を行います。
a） 初めにワークを吸着させないで真空発生させ、その時の真空度を真空ゲージ等で測定します。(真空度 A)
b） 次にワークを吸着させ同じく真空度を測定します。(真空度 B)
c） 真空度 A と真空度 B の差が、以下の条件では圧力センサとして使用できません。
- 表示機能付圧力センサで、差が表示精度または表示単位以下の場合。
- 真空度 A と真空度 B の差が、応差以下の場合。

■この様な場合次の様な対策が有効です。
- 真空側配管を太くする。



- エジェクタのノズル径を小さくする。
エジェクタの吸込量が多すぎるとエジェクタの真空配管口での真空度 A と真空度 B の差が無くなるため、適当な吸込量に変更します。但し、真空到達時間が長くなりますので、タクトタイムの見直しが必要です。

d） 真空度 B の値が計算値より低い（0 〜− 49.9kPa）場合、安全に吸着搬送できません。

■この場合次の対策が有効です。
- ワークに馴染みやすいパッドに変える。
吸着時、ワークとパッドに隙間があると真空度が十分に上がりません
- エジェクタのノズル径を大きくする。
エジェクタの吸込量を多くすることで、通気性（漏れ）のあるワークの真空度を上げます。
- 吸着箇所を通気性の無い場所へ変更する。

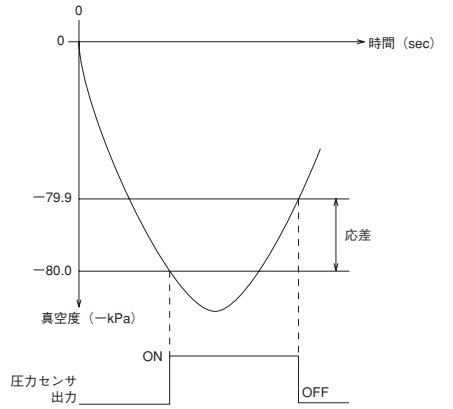
④実際に吸着搬送を行います。
- ③項のc)、b) を満足する様調整後、実際に吸着搬送を行います。
- 吸着時のワークのバランスや移動時の慣性モーメントに無理がないかを確認します。

応差の利用

圧力センサの応差とは、センサが ON する圧力と OFF する圧力の差を意味します。

例えば、圧力センサの設定値を− 80kPa にし、応差が 1kPa あった場合、圧力センサは− 80kPa 以上で ON し、− 79kPa 以下で OFF します。

このことを利用し、真空ポンプの脈流（圧力の変化）によるセンサの誤動作を防いだり、真空保持回路での圧力のバラツキ防止に使用します。



「真空」について

●「真空」とは？
「大気圧より低い圧力の気体で満たされている特定の空間の状態」を「真空」と定義されています。
従って、ある特定の空間（容器）を造って内部の圧力を周りの大気圧より少しでも低い圧力にすれば、真空状態ができることになります。
学問的に「真空」は、専ら「圧力」の一部として扱われます。
次式は理想気体の状態方程式といわれるものです。

$$PV=nRT$$

この式より

$$P=\frac{nRT}{V}$$

P：容器内の圧力
V：容器の容積
n：容器内の気体の分子数
R：気体定数
T：温度（絶対温度）

とすると容器内の圧力Pを下げる（真空をつくる）には①気体の分子数nを減らす、②温度Tを下げる、③容器それ自体の容積Vを大きくすれば良いことが判ります。
通常、真空状態を造る場合、ポンプ等を使用し容器内の気体を排気することにより実現しますが、これは前式の気体分子数nを減らすことになります。

●圧力の表示－「絶対圧」と「ゲージ圧」
容器の中が「真に空」の状態を「完全真空（または絶対真空）」といいます。
この完全真空での圧力を基準にし表わした圧力を「絶対圧」といいます。
従って「絶対圧」表示では、圧力値に「－（マイナス）」の付くことはありません。

これに対して、大気圧を基準にし表わした圧力を「ゲージ圧」といいます。
一般的な「真空ゲージ」や「圧力ゲージ」の表示は、このゲージ圧表示になります。
ゲージ圧表示では、大気圧を基準にして圧力が高い方を「正圧」、低い方を「負圧」といいます。
（従って真空圧と負圧は、同じ意味になります）
ゲージ圧では、負圧を表現するのに「－（マイナス）」を圧力値の前につけます。

カタログ、取説での圧力表現は、特に断わりがなければ「ゲージ圧」を使用します。
「絶対圧」表現をする場合、「ゲージ圧」と区別するため単位の後ろに（abs）を付加します。

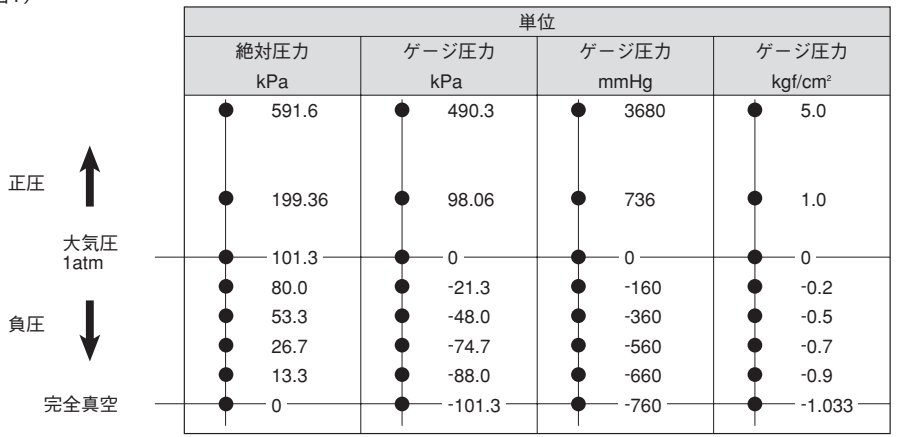
次頁、図１は単位別の圧力値と、「正圧」、「負圧」を表現したものです。

図から判る様に完全真空でも圧力としては、大気圧との差は絶対値でおよそ100kPa程度となります。

■正圧と真空（負圧）の相違点

正圧も真空も前述したように同じ圧力には違いありませんが、実際の取扱いでは若干異なる点がでてきます。
それは「大気圧」を基準に気体の流れや圧力を考えなければならないということです。
気体の流れは「圧力の高い所から低い所」に流れるというのは常識ですが、真空を取り扱う場合、もう一度、どこが圧力の高い所（大気圧）で、どこが圧力の低い所（真空）かを確認しないとトラブルを起こすことになりかねません。

図1）



※本カタログでは、0.1MPa＝1kgf/cm²として表記します。

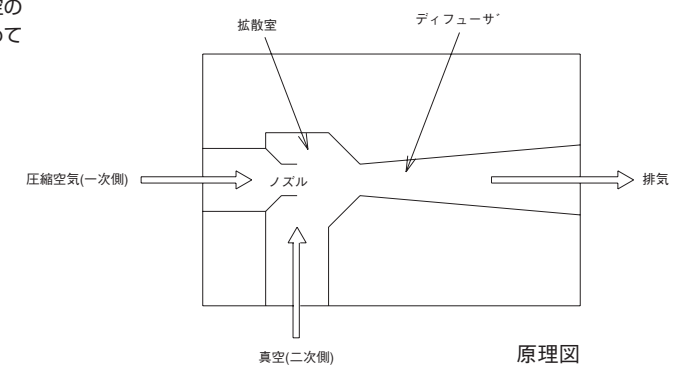
■エジェクタの原理

エジェクタはコンプレッサからの圧縮空気を利用して真空(負圧)を発生させるエジェクタ方式の真空発生器です
(二次側のエアを吸い込むのでエジェクタポンプとも呼ばれます)
エジェクタの動作原理は下図のようになります。

①圧縮空気を一次側より供給します。
②ノズルで絞られた圧縮空気は拡散室に放出される時膨張し、高速度でディフューザに流入します。
③その高速流により、拡散室の圧力が低下します。(真空の発生)
④その低圧部へ圧力差により、二次側より大気が流れ込みます。
⑤流入した大気は高速で噴出する一次流体と混合しディフューザを通って排気されます。

この原理により、一次側に圧縮空気を連続して供給することで真空発生状態を維持します。

原理図からも判るように、真空の
発生部には可動部が無く、極めて
単純な構造になっています。



原理図

このエジェクタと真空吸着パッドを利用することにより、ワーク吸着搬送の自動化・省力化を実現し、作業の合理化を図ることができます。

ワークに合ったエジェクタ及びパッドを選定することは、吸着搬送システムのトラブルを防ぐと共に省エネルギにもなります。システムの設計の際は以下の手順で選定して行きます。
尚、ワークによっては、実際にテストによって選定しなければならない場合があります。
吸着搬送システムで重要な項目です。

エジェクタの選定手順

チェック	選定判定項目	選定方法
□1	ワークの検討	ワークについて検討します。これにより吸着搬送できるかがおよそ判断できます。
□2	搬送条件の検討	吸着搬送の条件を検討します。これにより吸着搬送時の条件が判断できます。
□3	パッドの選定	ワークの検討より適切なパッドを選定します。選定に際しては、搬送条件の検討から十分な安全率と取る事が必要です。
□4	エジェクタの選定	エジェクタを使用する時はエジェクタと吸着パッドの組合せで使用するため、パッドの大きさ、到達真空度と到達時間、配管径の大きさ、電磁弁などの検討が必要です。
□5	吸着時間の検討	エジェクタの真空到達時間は配管系の内容積(チューブの内容積・真空フィルタの内容積)及び到達真空度などに依存します。
□6	コンプレッサについて	コンプレッサの選定をする場合、エジェクタのエア消費量とエジェクタの1分間の割合からコンプレッサのモータパワーを求めます。
□7	配管の検討	真空吸着のトラブルの大半は配管に起因します。

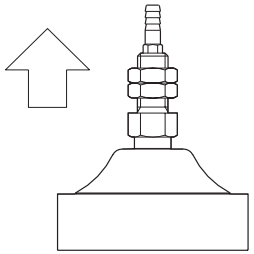
1. ワークの検討

ワークについて以下の事を検討します。これにより吸着搬送出来るかがおおよそ判断できます。
a）ワークの特性 表面の状態、通気性の有無、嫌静電気、嫌銅イオン、形状が変化するもの(紙、ビニール)
b）ワークの形状 吸着面の大きさ、平坦度(曲面の程度)、形(直方体、球体、円筒状等)
c）ワークの重量

2. 搬送条件の検討

吸着搬送の条件を検討します。
2-1）ワークの吊り上げ方法

a. 水平吊り
図aの様な吊り上げ方法を水平吊りといいます。
吸着パッドで吊り上げられるワークの重量は、吸着パッドの吸着面積と真空度で決まります。(478ページ仕様参照)



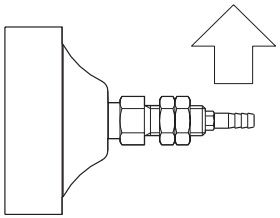
図a　水平吊

b. 垂直吊り
図bの様な吊り上げ方法を垂直吊りといいます。
水平吊りでは真空度そのものが即吸着力になりますが、垂直吊りの場合、パッドとワークの吸着面との摩擦力で吸着することになります。
吊り下げ能力計算式は

$$W=\frac{P\times C}{101}\times\frac{1}{f}\times(10.13)$$

W：吊り下げ能力(N)
P：真空度(−kPa)
C：パッドの吸着面積(cm^2)
f：安全率

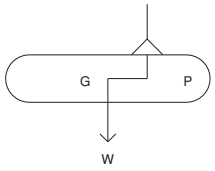
となります。
安全率fは、水平巾で4以上、垂直巾で8以上に設定します。
使用条件に合わせて正しい設定を行ってください。



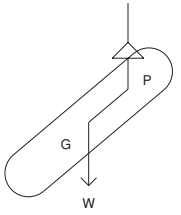
図b　垂直吊

2-2）加速度の影響について
ワークを吸着したまま動かさない場合は例外として、吸着搬送ではワークを吸着し吊り上げ、それを左右に移動させることになります。
この様な場合は加速度による力F(N)が加わります。この力Fは
$F=m\alpha$　　m：ワークの質量(kg)
　　α：加速度(m/s^2)
で表わせられます。
この場合、ワークの質量(m)と加速度(α)が大きいと、その力Fは吸着力に対して無視できなくなります。
特に、加速度は平均値ではなく最大値をとる必要があり、加速度による力が相当大きいと想定される場合には、実際に加速度計で最大加速度を測定しなければなりません。
又、ワーク表面が滑りやすい場合(例えば油の付着した鉄板等)、垂直吊りと同様に摩擦力を考慮しなければなりません。

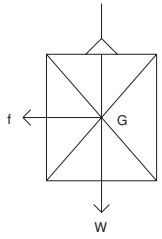
2-3）ワークの形状、重心について
ワークが面積の広い鉄板等の場合、移動に際し空気抵抗が無視できなくなる場合があります。
又、重ねて積んである板状のワークを上から1枚づつ取っていく場合、板と板が離れ難かったり、数枚が一緒に取れたりする場合があります。
ワークの重心位置も重要となります。図cの様に重心Gがパッドの中心の延長線にない場合G、Pを腕とする偶力(回転力)が作用し、ワークは斜めに傾き図dのようにパッドからワークを斜めに引き離すような力が加わります。
パッドの吸着力は、その構造上このような力に対して極端に弱いため、重心は必ずパッドの中心の真下にあるように吸着位置を決める必要があります。



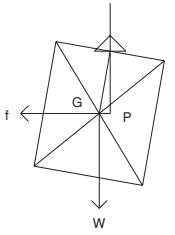
図c



図d



図e



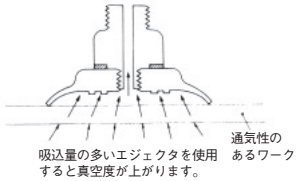
図f

ところが、図e、fのように重心がパッドの中心の真下にあっても、重心の位置と吸着面との間にかなりの距離があり、かつそのワークが重いと左右動で重心に加速度による力が作用し、そのため偶力が発生しワークは横揺れを起こし傾きます。これも図dの場合と同様にワークがパッドから離脱する原因となるのでパッドとワークの重心の距離をなるべく短くするような工夫や、横揺れを防ぐ機構を設ける等の対策をし、移動速度をむやみに速くしないようにする必要があります。

参考資料

1. ダンボール等の通気性のあるワークの吸着

●通気性のあるものの吸着にはパッド径の大きいものよりも小さい方が空気の洩れが少なく、特に空気洩れの多い場合には、吸込量の多いタイプが適しています。

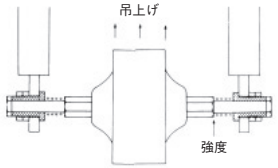


2. 面積の広い板物を吊上げる場合

●パッド径の大きさ、パッドの数により吸着面積を大きくとりワークを安定させることが必要です。
●タワミによる荷重の片寄りがあるので、重心やパッドの配列に注意してください。
●吊上げる瞬間は、大きな風圧がかかるため吊上能力は、充分余裕をみてください。

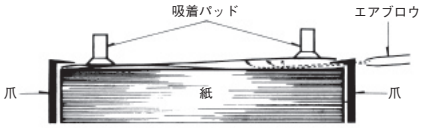
3. ワークの側面を吸着し吊上げる場合

●吸着パッドの保持金具は全て水平吊としての設計になっておりますので、保持金具の強度を充分考慮してください。



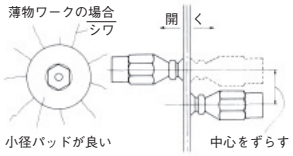
4. 積み重ねた紙を吊上げる場合

●薄く変形しやすいワークを吊上げるには小径パッドを数多く使用し、吸込量の多いエジェクタを選定してください。一枚取りを行なう場合、図のようにエアブロウ、爪等を使用し１枚づつめくれるようにしてください。



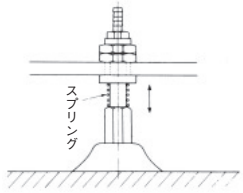
5. ビニール袋・紙袋等の開封をする場合

●ビニール袋・紙袋等の開封には、小径パッドが適しています。対向するパッドの中心を左右に多少ズラした位置に取付けると開封がしやすくなります。



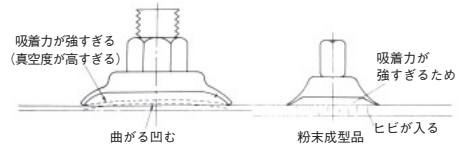
6. スプリングパッド

●一般にパッドにクッション（スプリング）を付けた方がパッドは長持ちします。
●段差のあるワークや積み重ねたワークなどの吸着に適します。



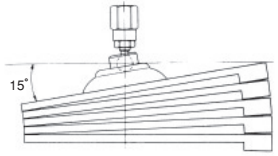
7. 薄物ワークや粉末成型品などの吸着

●薄物ワークや粉末成型品などを吸着する場合、吸着力が強すぎて、ワークが変形する場合は、エジェクタの一次側の元圧を下げることにより吸着力を弱めます。



8. 首振りパッド

●吸着するワーク面がパッド面に平行でない場合は、首振りパッドが最適です。



9. パッドマークが付いては困る場合

●絶対付かない方法はありませんが、対策として次の方法があります。
●吸着力を弱めて摩擦を少なくする。
●パッドに布を貼り付ける。
●ワークの表面にビニール等の薄膜を張り付ける。

10. パッド径､パッドの数量は充分余裕をみてください。

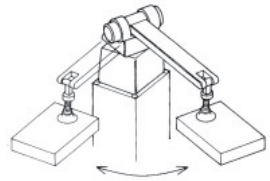
●吸着して持ち上げる瞬間、移動して止まる時、振廻す時の加速度による力は無視できないものがあります。充分余裕をみてパッド径個数等を決めてください。

11. 吸着パッドを交換する場合

●φ50以下のパッドは止めねじで止めますが必ずねじロックを使用してください。
止めねじの締め付けは、パッドが金具に接触してから、1／2～1回転締め込んでください。強く締め過ぎると、過圧縮によりゴムにヒビ割れが生じる事があります。

12. 旋回搬送

●ねじで固定しているパッドで旋回搬送を行うと、ねじがゆるんでパッドが外れる場合がありますので充分余裕のある設計をしてください。図の様に吸着位置とワークの重心がずれている場合は特に注意が必要です。



3. パッドの選定

「1. ワークの検討」より適切なパッドを選定します。
選定に際しては「2. 搬送条件の検討」から十分な安全率を取る事が必要です。
※吸着パッドの仕様も参照してください。

3-1）ワークの特性等から吸着時の真空度を検討します。
通気性のあるワークや表面状態が粗い場合、真空度が上がりませんのでテストが必要です。

※通常、エジェクタで発生出来る最大真空度は、「H」タイプで−86.6〜−92kPaですが、通気性の無いワークでも−80kPaを目安と考え次項の計算を行います。

3-2）ワーク重量から吊り上げに必要なパッド径と使用数を計算します。
真空度の目安をつけた後、以下の計算式よりパッド径を算出します。

$$A=\frac{W\times 10\times f}{P}$$

$$\therefore D=2\sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

W：ワーク重量(N)
P：吸着時の真空度(kPa)
A：パッドの有効吸着面積(cm^2)
f：安全率
D：パッド径(cm)

求めたパッド径がカタログ値をオーバーしている場合は、有効吸着面積を下回らない様に既存のパッドで数を増やして対応します。

例）真空度：−80kPa、ワーク重量：98Nの鉄板を水平吊で吸着し吊り上げるのに必要なパッド径は

$$A=\frac{W\times 10\times f}{P}=\frac{98\times 10\times 4}{80}=49\,(cm^2)$$

$$\therefore D=2\sqrt{\frac{A}{\pi}}=2\sqrt{\frac{49}{\pi}}=7.9\,(cm)$$

Sは水平吊の
安全率＝4とする

従ってφ79(mm)以上のパッドを選定すればよいことになります。

3-3）パッド形状
ワーク形状が平坦でなかったりワーク表面が粗い場合(例えばベニア板等)、パッド形状(形式)を十分検討しなければなりません。

3-4）パッド材質
耐熱性、耐薬品性(耐酸性、耐アルカリ性等)、耐磨耗性、耐油性、嫌静電気性等により適切な材質を選定します。

4. エジェクタの選定

エジェクタを使用する時はエジェクタと吸着パッドの組合せで使用する為、パッドの大きさ、到達真空度と到達時間、配管径の大きさ、電磁弁などの検討が必要になります。

◎通気性のあるワーク等は、パッドと合わせて実際にテストし、選定してください。
エジェクタの形式を選定する場合は下記の4項目について検討してください。

4.1）ノズル径の決定
必要な吸込量よりノズル径を選択します。
ノズル径の2乗に比例して吸込量も多くなります。
選定の基準は通気性のないワークの場合、目安として以下のようになります。
①パッドの大きさ　φ80以下　ノズル径φ0.5
φ150以下　ノズル径φ1.0
φ200以下　ノズル径φ1.5
②使用数量
エジェクタ1個にパッド1個が基本ですが、パッドを複数個使用する場合１ランク上のノズル径を選定してください。
③真空到達時間(「5.吸着時間の検討」を参照してください)
ノズル径の大きな方が真空到達時間は短くなります。
但し、配管長、配管径も考慮する必要があります。
④ワークの通気性
ワークに通気性がある場合、ノズル径が大きい方が有利になります。

4-2）到達真空度の決定
必要な到達真空度を選択します。
①ワーク重量
鉄板等の重量物では、真空度に比例してパッドでの吸着力が大きくなるので、到達真空度の高い「H」タイプが「L」タイプより有利になります。
②通気性の有無
ノズル径が同じであれば、「H」タイプより「L」タイプの方が吸込量が多いので、吸込量を多く必要とする通気性のあるワーク等に有利になります。

4-3）供給空気圧の決定
供給可能な空気圧を検討します。
安定して0.5MPa以上の圧力を供給可能な環境での使用を推奨します。

※供給空気圧はエジェクタ作動時の圧力としてください。
特にマニホールドタイプで複数台同時にオンさせる場合、供給圧は少し高めに設定してください。

4-4)オプションの決定

必要なオプションを決定していきます。

a) 真空制御用電磁弁

エジェクタのシリーズにより電磁弁搭載形(VS2)と非搭載形(VS3)とがあります。

吸着、離脱のワンサイクルが、およそ1秒以下の場合搭載形を選定します。

- 非搭載形の場合、電磁弁からエジェクタまでの配管内にエアが供給、排気される時間が、余分にかかる為、速いサイクルの制御には向きません。

- 搭載形を選定した場合、電磁弁電圧、端子形状、供給エア流路状態を決めます。非搭載形ではエジェクタのエア消費量にあった有効断面積を有する電磁弁の選定が必要です。(本文を参照ください。)

①電磁弁電圧

AC100V,AC200V,DC24V,DC12Vの4種類が標準です。

②供給エア流路状態

「常時開」タイプ

電磁弁がOFF(非通電時)の時、真空発生します。

停電時の落下防止などに利用できます。

「常時閉」タイプ

電磁弁がON(通電時)の時、真空発生します。

b) 圧力センサ(スイッチ)

自動制御の場合等に必要となります。

自動機等は一般にプログラマブルコントローラ等で制御されますが、吸着の確認を圧力センサ(スイッチ)で確認し、ワークを搬送します。

シリーズによっては圧力センサ(スイッチ)搭載形(VS2)を選択できます。電源電圧仕様、真空度表示の有無を検討してください。(圧力センサの使い方は本文を参照してください。)

c) 真空破壊機能

真空ラインに強制的に正圧を供給し吸着ワークの離脱を速めます。

- 真空破壊用の個別の電磁弁を搭載するタイプ(VS2)

  真空破壊エアの吹き出しタイミングを自由に制御できます。

d) マニホールドタイプ

エジェクタを複数個使用する場合、マニホールドタイプを選定することにより配管が簡単になります。

e) 真空用フィルタ

真空用フィルタはワークに付着した異物(ゴミ、切り粉等)がエジェクタに侵入してエジェクタの性能が低下するのを防ぎます。(エジェクタの寿命を延ばす為、必ず使用してください。)

5. 吸着時間の検討

エジェクタの真空到達時間は配管系の内容積(チューブの内容積・真空フィルタの内容積・パッドの内容積)及び到達真空度などに依存します。

これらの関係は実験から次式として与えられます。

$$T=\left(\frac{L}{C}\right)^{\frac{1}{\alpha}}$$

T(sec) = 真空到達時間
L(ℓ) = 真空系内容積
C = 真空度による定数
α = エジェクタ形式による指数

注)この表を使用した計算はあくまでも目安としてください。

エジェクタノズル ディフューザ形式	C						α
	−39.9kPa	−46.6kPa	−53.2kPa	−66.5kPa	−79.8kPa	−86.5kPa	
05HS	0.19	−	0.12	0.08	0.05	0.03	1.02
05HS	0.26	0.18	0.11	−	−	−	1.06
07HS	0.42	−	0.25	0.15	0.09	0.06	1.02
07LS	0.71	0.71	0.31	−	−	−	1.02
07HR	0.34	−	0.23	0.13	0.06	0.04	1.01
10HS	0.83	−	0.50	0.33	0.20	0.12	1.09
10LS	0.90	0.60	0.25	−	−	−	1.09
10HR	0.82	−	0.46	0.26	0.13	0.08	1.06
13HS	1.50	−	0.92	0.53	0.28	0.18	1.03

6. コンプレッサについて

エジェクタはその構造から、ノズル径が大きくなるに従って、圧縮空気の消費量も増大していきます。従ってエジェクタを使用したシステムで、その能力を最大に働かせる為には、圧縮空気を供給源から不足なく供給しなければなりません。

コンプレッサの選定をする場合、エジェクタのエア消費量とエジェクタの1分間の稼動時間の割合からコンプレッサのモータパワーを求めます。

目安は、コンプレッサのモータパワーが735Wで、およそ80ℓ/min(ANR)の吐出量とします。

例えば、VS3-13HSでは空気消費量が79.5ℓ/min(ANR)ですので

79.5÷80=0.99　　735×0.99=727.7(W)

従って、およそ0.75kW以上のコンプレッサが必要となります。

ところで、この計算では、1分間の稼動時間の割合(デューティ比)について考慮されていません。

実際の搬送システムでは、エジェクタを連続して常に動作させることは殆ど無く、デューティ比Rは、

R=[1分間あたりエジェクタの稼動時間(sec.)÷60(sec.)]×100(%)

となります。

従って、VS3-13HSでデューティ比50%の場合727.7(W)×0.5=363.9(W)となります。

コンプレッサにタンクが付いている場合はさらに小さくできます。

7. 配管の検討

エジェクタの真空吸着のトラブルの大半は配管に起因します。

●配管の材質

破壊圧力3MPa以上に耐えられるナイロン又はウレタンチューブをご使用ください。

●配管抵抗

配管抵抗は以外に大きく、例えば、10HSエジェクタに内径φ2、長さ1mのチューブを接続した場合、配管抵抗により−53.2kPa(10HS形性能−91.8kPaの約58%)の圧力降下となります。特に圧力センサ付エジェクタを使用した場合、この様な配管をしますとチューブ先端での真空度は設定値に達していないにもかかわらず圧力センサがONしてしまうということが起きてしまいます。

配管抵抗は配管路の有効断面積に反比例する関係にあります。有効断面積を左右する大きな要素としては以下の4項目があげられます。

1）配管の長さ

圧縮空気圧側、真空側とも配管抵抗を小さくする様出来るだけ直線で、かつ最短距離で配管し、スパイラルチューブは使用しないでください。もしスパイラルチューブを使用しなければならない時は、レギュレータ(ゲージ付)の手前までにとどめ、電磁弁とエジェクタ間及びエジェクタとパッド間には使用しないでください。

チューブの長さと有効断面積の関係はチューブ1(m)当たりの有効断面積をS_0(mm²)とし、長さL(m)の時の有効断面積 をS_1(mm²)とすると

$$S_1 = S_0 \times (1 / \sqrt{L})$$

となります。

2）配管の太さ

供給圧力側は真空側と同等または一周り太いサイズのチューブを使用し、エジェクタの使用時に圧力低下にならないようにしてください。配管材質、バルブの種類によっては接続口径が大きくても、内径又はオリフィスが細くなっているものもありますので確認が必要です。真空側を分岐する時はパッド側を細くし、元圧側を太くする方法を取ってください。

マニホールドタイプで複数のエジェクタを同時に作動させた場合、配管径が小さいために急激にエジェクタの供給圧が下がる場合があります。その場合は配管径を一周り以上太いサイズにする必要があります。

3）配管の曲げかた

配管を曲げる時は、緩い角度で曲げてください。配管抵抗が増え、正圧側ではこれを境として、圧力が下がり、負圧側は排気が遅くなります。

4）継手、及び分岐管

特に真空側ではエルボタイプの継手による圧力損失が無視出来ない場合があります。

● パッドとエジェクタの配管内は真空になりますので、シール性の高い配管器具を使用してください。

●ノズル径と供給側配管チューブ内径の目安表

エジェクタノズル径(mm)	チューブ内径(mm)
φ0.5	φ4
φ0.7	φ4
φ1.0	φ4
φ1.3	φ5

※注意
表に示したチューブ内径はあくまでも目安であり、配管が長くなる様な場合は有効断面積を大きくする様な考慮が必要です。

●電磁弁の選定目安

エジェクタは機種に合った電磁弁を選定しなければなりません。選定の基準として、エジェクタのノズル径の断面積を3倍した以上の有効断面積を有する電磁弁を選定してください。

エジェクタと電磁弁の有効断面積

エジェクタノズル径(mm)	ノズル断面積(mm²)	推奨電磁弁有効断面積(mm²)
φ0.5〜φ1.0	0.2〜0.8	3
φ1.3	1.3	7